

20-21 June 2013
BITEC, Bangkok -Thailand

AUTOMOTIVE ***SUMMIT 2013***

“Moving Towards Global Green Automotive Industry”

**การพัฒนาเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ
สำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่**

บริษัท อีซูซุเทคนิคคอลเซ็นเตอร์เอเชีย จำกัด

Co-organized by:

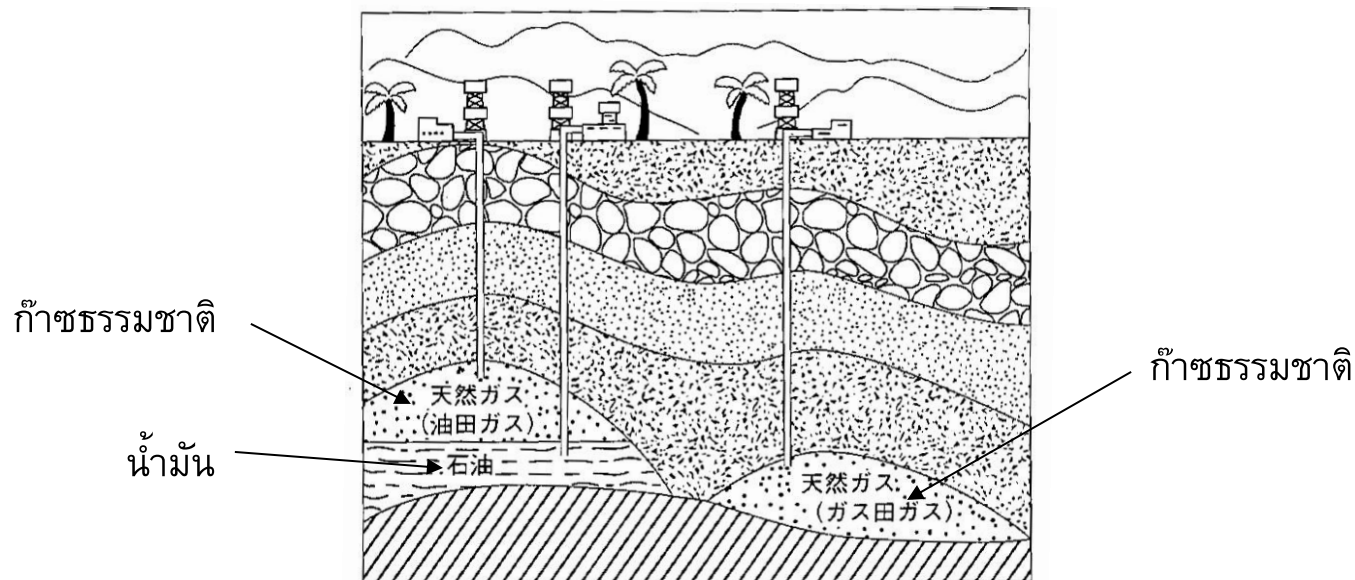


Reed Tradex

ก๊าซธรรมชาติ

□ แหล่งกำเนิด :

มาจากบ่อก๊าซธรรมชาติซึ่งบ่อก๊าซธรรมชาตินั้นอาจจะเป็นบ่อก๊าซธรรมชาติ
เพียงอย่างเดียวหรืออาจจะเป็นบ่อก๊าซธรรมชาติที่อยู่เหนือบ่อน้ำมัน



Co-organized by:

□ ส่วนประกอบทางเคมีของก๊าซธรรมชาติที่ใช้กับรถยนต์ :

โดยทั่วไปจะมี มีเทน (CH_4) เป็นส่วนประกอบหลักที่เหลือเป็น อีเทน (C_2H_6)

โพรเพน (C_3H_8) บิวเทน (C_4H_{10}) และก๊าซอื่นๆ เป็นส่วนประกอบอีกเพียงเล็กน้อย

JAPAN NATURAL GAS STANDARD 13A

COMPONENT		SPECIFICATION
METHANE (CH_4)	Min. (MOLE %)	86.0
ETHANE (C_2H_6)	Max. (MOLE %)	10.0
PROPANE (C_3H_8)	Max. (MOLE %)	6.0
BUTANE (C_4H_{10})	Max. (MOLE %)	4.0
OTHER GAS ($\text{H}_2+\text{O}_2+\text{N}_2+\text{CO}+\text{CO}_2$)	Max. (MOLE %)	1.0 approx.
SULPHUR	Max. (mg/Nm ³)	10.0

(REFERENCE ONLY)

Co-organized by:

□ คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น :

	CNG	LPG	DIESEL
ขีดจำกัดการติดไฟ (FLAMMABILITY LIMIT)	5-15% ของปริมาณในอากาศ	2-9.5% ของปริมาณในอากาศ	0.6-7.5% ของปริมาณในอากาศ
อุณหภูมิติดไฟ (IGNITION TEMP.)	650 °C	480 °C	250 °C
ค่าความร้อนโดยเฉลี่ย (CALORIFIC VALUE avg)	35,947 BTU/Kg	25,380 BTU/L	36,722 BTU/L (high speed diesel)

(REFERENCE PTT WEB.)

Co-organized by:

□ รูปแบบการเก็บก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในรถยนต์ :

1. **CNG** (Compressed Natural Gas)

ก๊าซธรรมชาติจะถูกอัดที่ความดันสูง ประมาณ 20 MPa เก็บไว้ในถัง ที่ความดันนี้
ยังคงสถานะเป็นก๊าซอยู่ เป็นระบบเก็บก๊าซที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

2. **LNG** (Liquefied Natural Gas)

ก๊าซธรรมชาติจะเก็บในถังที่มีฉนวนสามารถควบคุมอุณหภูมิประมาณ -162 °C ได้
สถานะของ ก๊าซธรรมชาติที่เก็บเป็นของเหลว

3. **ANG** (Absorbed Natural Gas)

ก๊าซธรรมชาติจะเก็บในถังที่มีสารดูดซับก๊าซธรรมชาติ ตอนนี้เป็นงานวิจัยอยู่

Co-organized by:

□ รูปแบบการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซล :

1. Dedicated NGV

เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลักเพียงอย่างเดียวซึ่งต้องแปลงจากวัฏจักรดีเซล ซึ่งจุดระเบิดจากการอัด มาเป็นวัฏจักรออกโตโต้ ซึ่งจุดระเบิดด้วยประกายไฟ

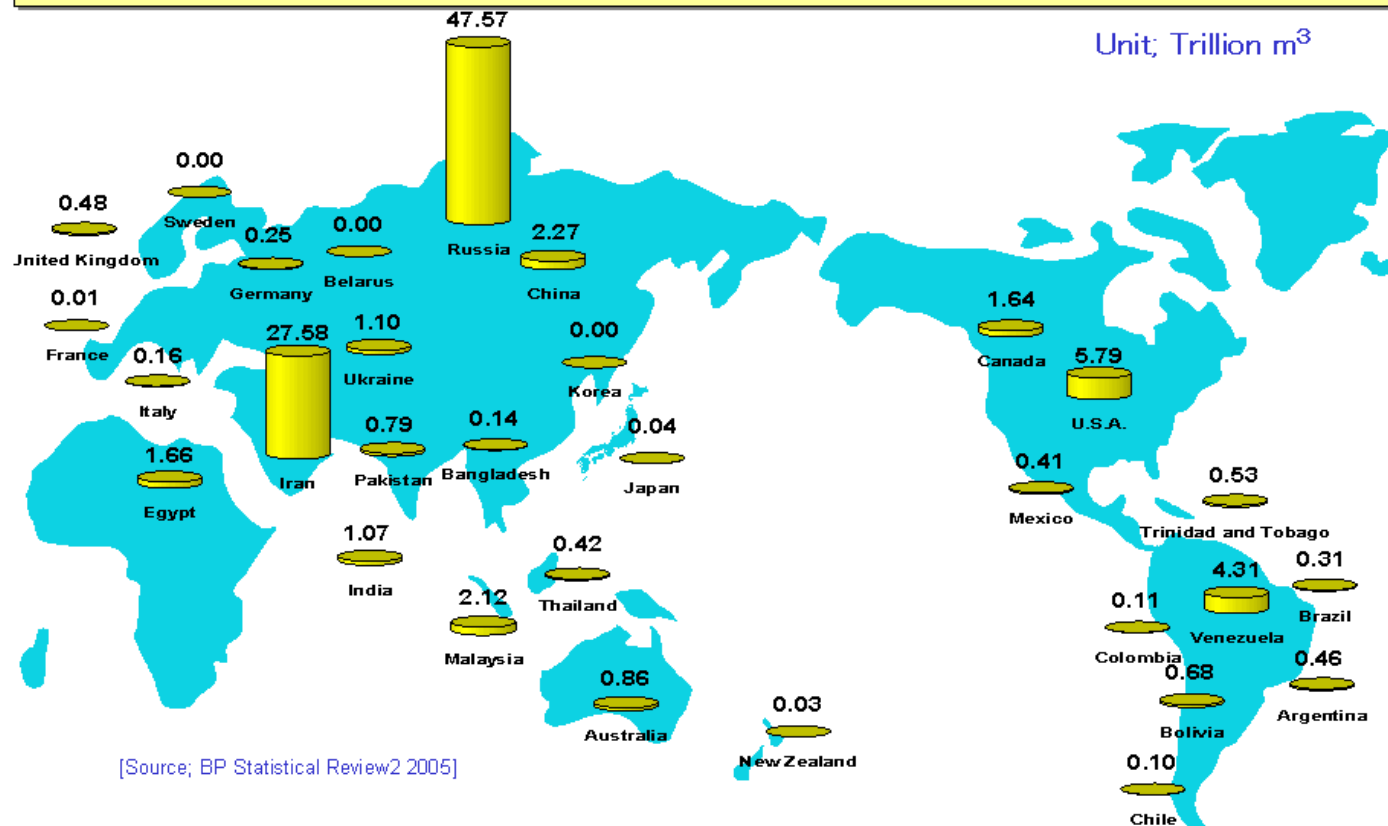
2. DDF (Diesel Dual Fuel)

เป็นการใช้ก๊าซธรรมชาติร่วมกับเชื้อเพลิงดีเซลโดยใช้ก๊าซธรรมชาติผสมลงในไอดี ส่วนเชื้อเพลิงดีเซลใช้ในการนําร่องในการจุดระเบิด เมื่อเชื้อเพลิงดีเซลระเบิดแล้ว ความร้อนจากการระเบิดจะไปเผาไหม้ ก๊าซธรรมชาติต่อไป

Co-organized by:

แนวโน้มการใช้ก๊าซธรรมชาติ

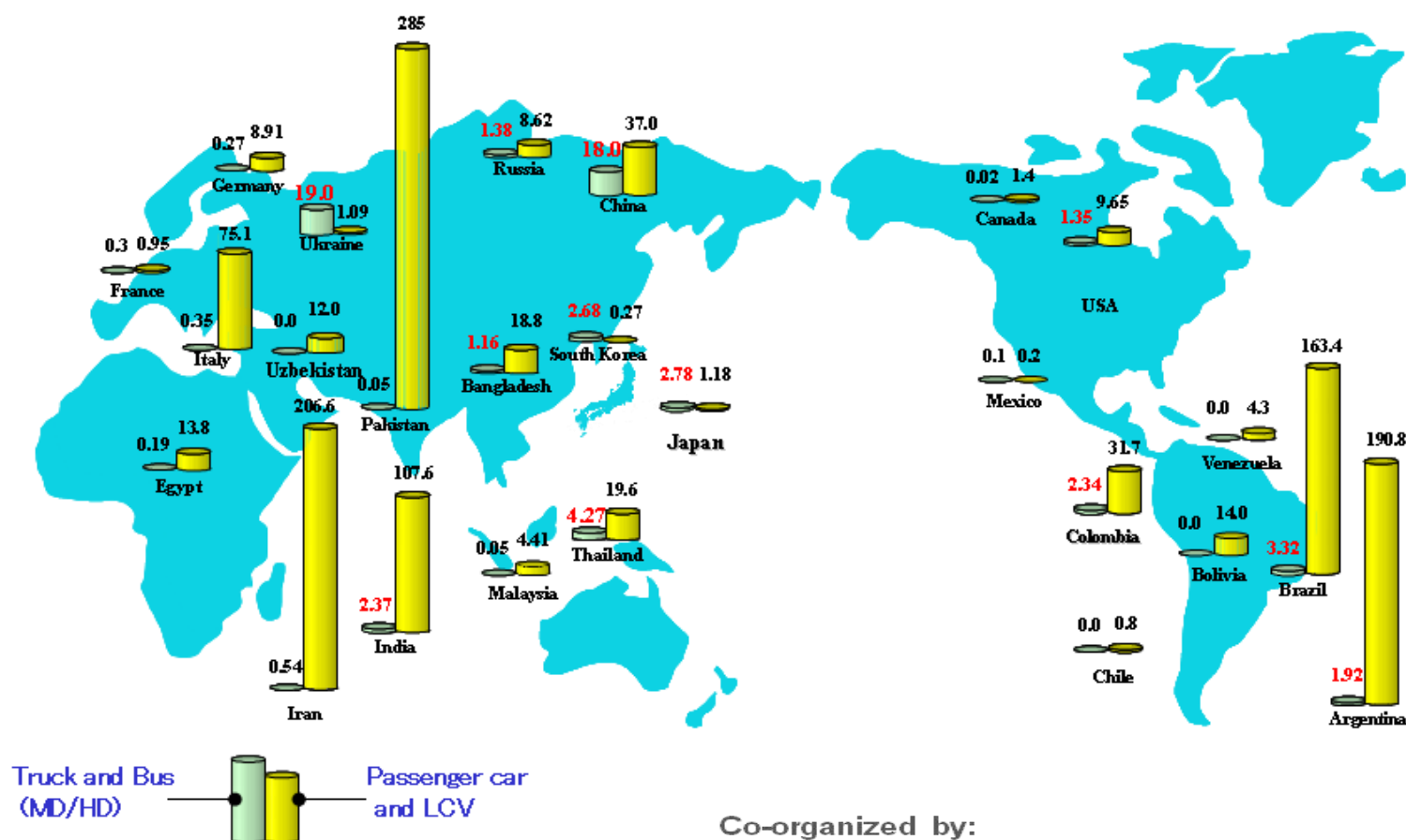
40% in Russia and Iran, distributed over many countries.



[Source: BP Statistical Review 2005]

Co-organized by:

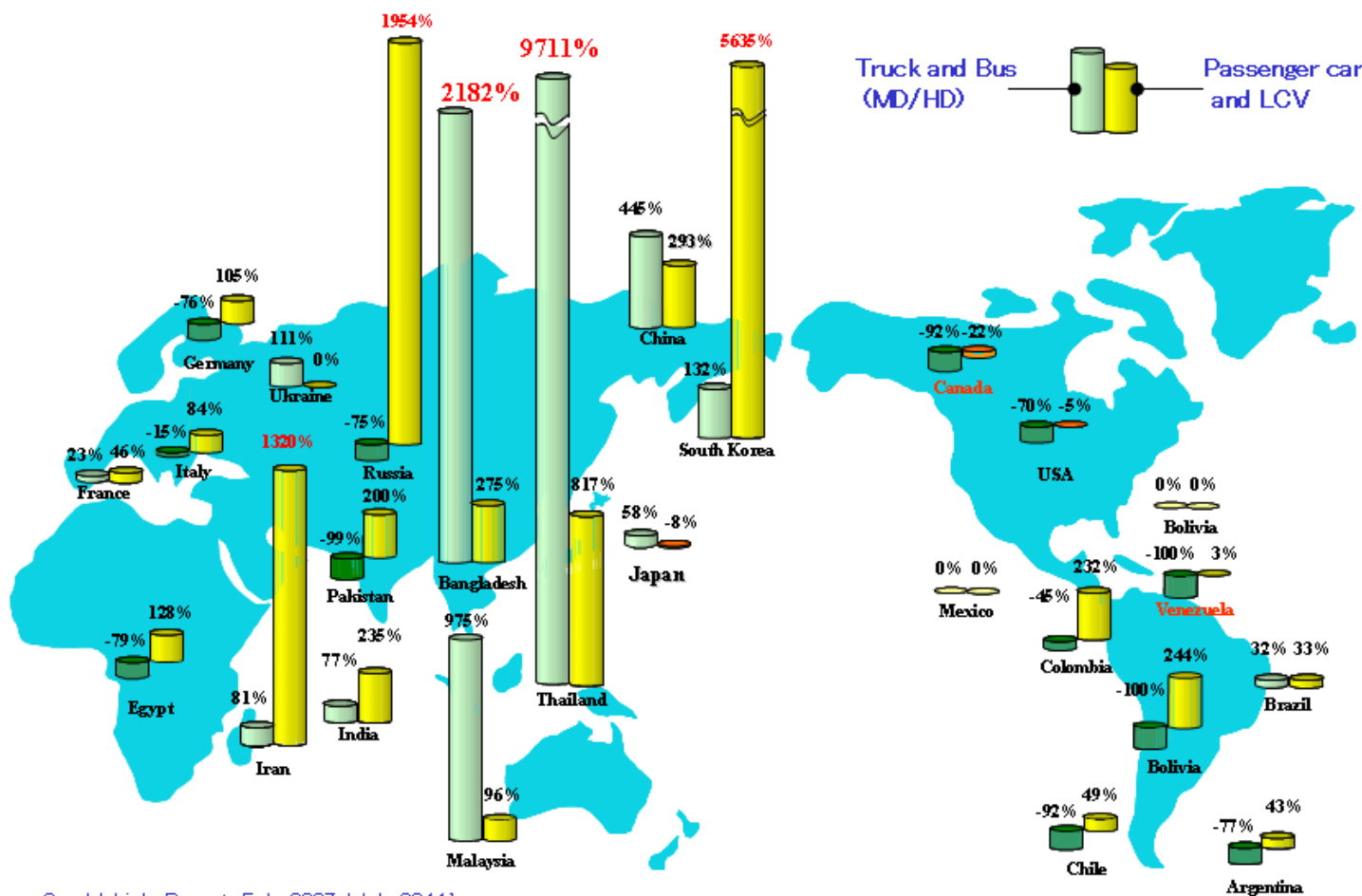
About 13.2 million vehicles operating all over the world.



[Source ; Gas Vehicle Report July 2011]

Co-organized by:

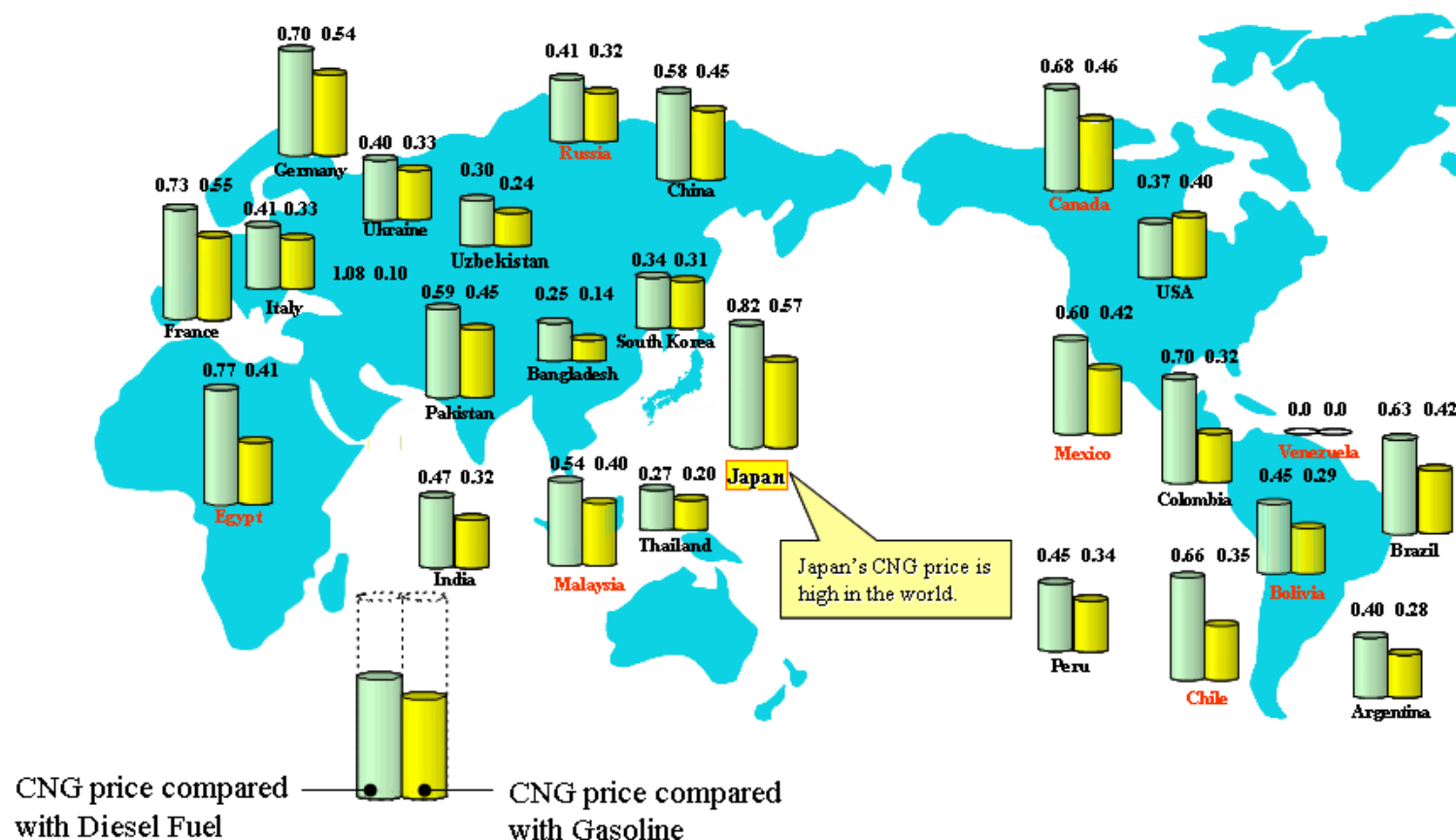
Highly increased in Middle East and Asia ('07=>'11).



[Source ; Gas Vehicle Report Feb. 2007 / July 2011]

■ Worldwide, CNG fuel prices are lower than Diesel/Gasoline.

⇒ Isuzu has released the NGV in the Thai market from 2009, and will further actively expand the market development.



ประวัติการพัฒนาเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติของอีซูซุ

การพัฒนาเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติของอีซูซุเป็นการพัฒนาในรูปแบบของ Dedicated Engine โดยใช้พื้นฐานมาจากเครื่องยนต์ดีเซลเดิมและทำการปรับเปลี่ยนและออกแบบใหม่เพื่อแปลงวัฏจักรดีเซลมาเป็นวัฏจักรออตโต

โดยหลักๆแล้วจะทำการปรับเปลี่ยนหรือออกแบบใหม่ในส่วนต่างๆดังนี้

- ลดอัตราส่วนกำลังอัดลง รวมทั้งออกแบบรูปร่างของหัวลูกสูบใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ
- ออกแบบในส่วนตำแหน่งการวางหัวเทียนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการสันดาป
- ออกแบบท่อรวมไอดีใหม่เพื่อประสิทธิภาพในการส่งไอดีเข้าสู่ห้องเผาไหม้
- ตั้งระบบไทม์มิ่งในการจุดระเบิดเพื่อให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ

Co-organized by:

■ เพิ่ม Sensor ต่าง ๆ และระบบควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการใช้
ประโยชน์จากเชื้อเพลิงสูงสุด รวมทั้งควบคุมมลพิษจากไอเสียด้วย
เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติของอีซูซุมีอยู่ 2 ระบบ

1. Gas Mixer เป็นระบบที่พัฒนาในช่วงประมาณปี ค.ศ 1996
2. Multi Point Injection (MPI) เป็นเทคโนโลยีล่าสุดพัฒนาในช่วงประมาณปีค.ศ
2005 จนถึงปัจจุบัน

		GAS MIXER				MPI			
BUS (LV2,LV8,LR) TRUCK (FORWARD)		8PF1					6HF1		
			6HA1						
TRUCK (N-SERIES)			4HF1		4HV1				
MODEL YEAR		1996	1997	...	2005	2006	2007	~	

Co-organized by:

เครื่องยนต์ Gas Mixer ของอีซูซุ

ระบบป้อนเชื้อเพลิงหลักใช้หลักการของคาร์บูเรเตอร์เหมือนในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ในการดูดก๊าซมาผสมกับอากาศ ปริมาณส่วนผสมขึ้นอยู่กับองศาของลิ้นปีกผีเสื้อซึ่งถูกควบคุม มาจากสายคันเร่ง

ระบบช่วยป้อนเชื้อเพลิงเสริม (Sub Fuel) เป็นหัวฉีดช่วยเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิง เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่เหมาะสม ตามภาระของเครื่อง ควบคุมด้วยกล่อง ECU โดยใช้สัญญาณ feedback จาก O₂ sensor ที่ติดตั้งอยู่ที่ระบบไอเสียเป็นตัวแปรหลักร่วมกับตัวแปรอื่นเช่น องศาของลิ้นปีกผีเสื้อ , อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น , รอบเครื่องยนต์ เป็นต้นในการประมวลผล

Co-organized by:

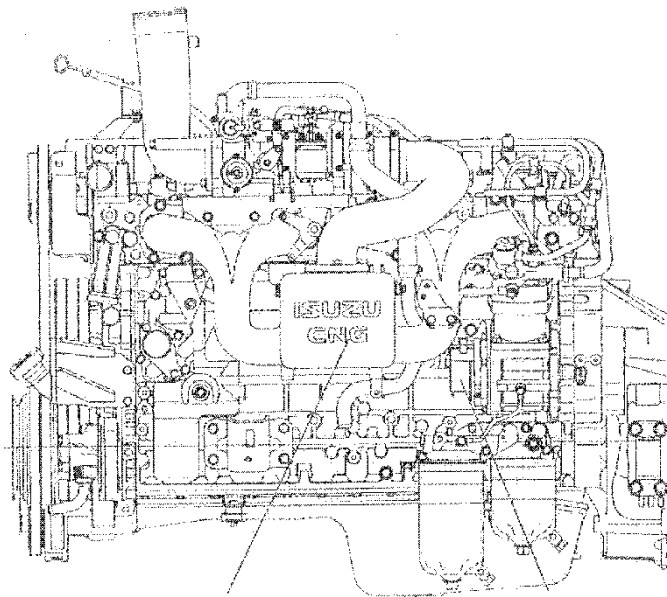
AUTOMOTIVE SUMMIT 2013

“Moving Towards Global Green Automotive Industry”

20 - 21 June 2013

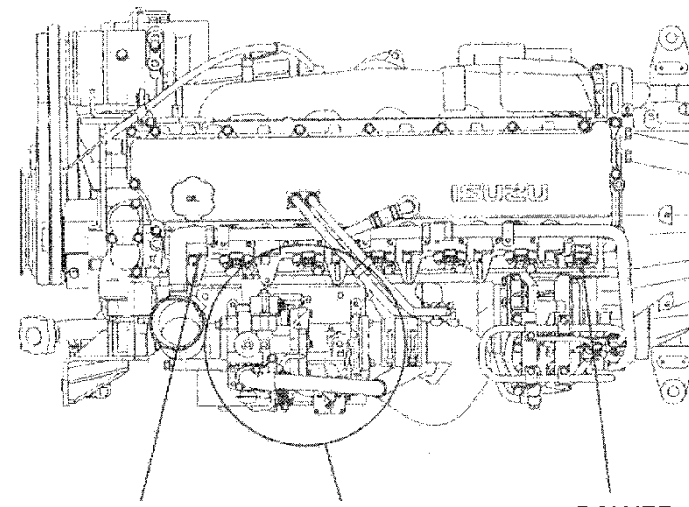
• BITEC
Bangkok • Thailand

ISUZU



COMMON
CHAMBER

CRANK ANGLE
SENSOR



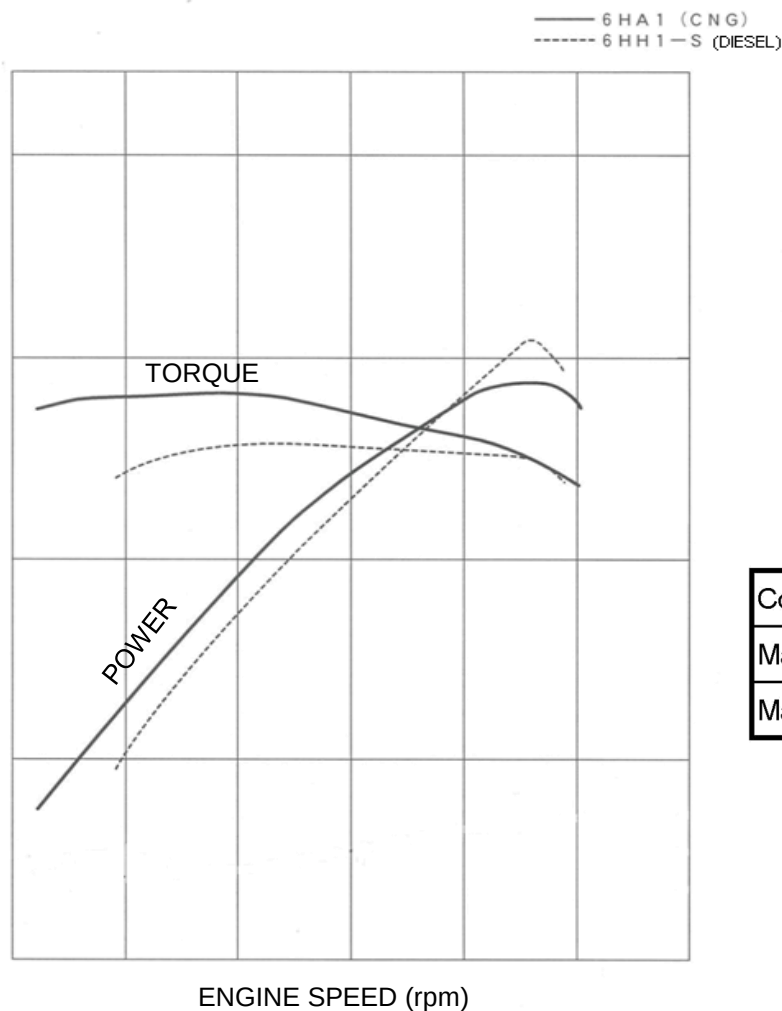
SPARK PLUG

GAS MIXER

POWER
SWITCH

Co-organized by:

เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์



	6HH1-S (DIESEL)	6HA1 (CNG)
Compression Ratio	18.5	12.0
Max. Power KW (PS) / rpm	154.5 (210) / 2850	140 (190) / 2800
Max. Torque N·m (Kg·m) / rpm	539.4 (55) / 1700	608 (62) / 1400

Co-organized by:

เครื่องยนต์ Gas Multi Point Injection ของอีซูซุ

ระบบป้อนเชื้อเพลิงใช้หัวฉีดซึ่งติดตั้งบริเวณท่อไอดีใกล้กับปากทางเข้าห้องเผาไหม้

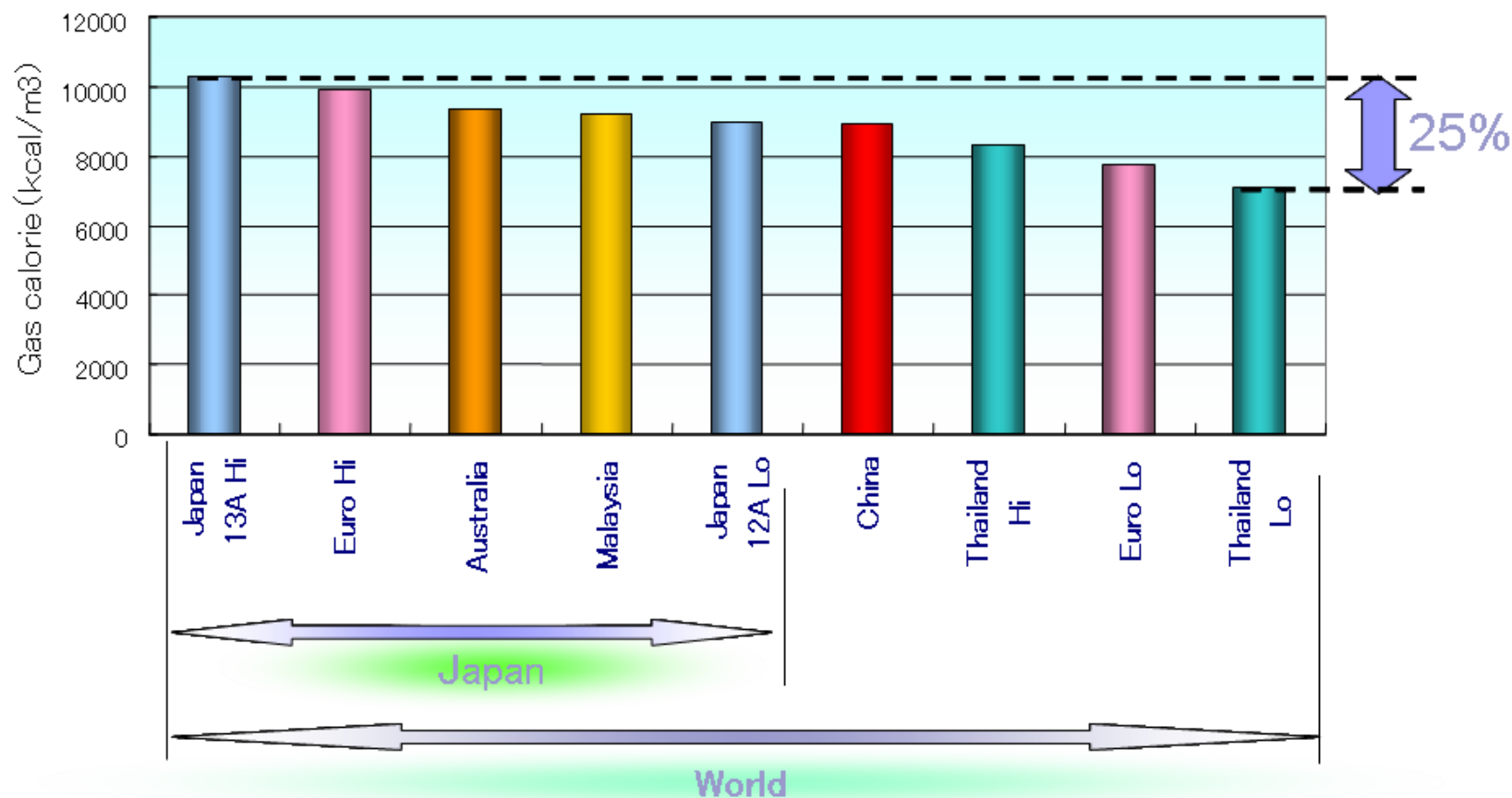
ในแต่ละสูบ หัวฉีดควบคุมด้วยกล่อง ECU โดยใช้สัญญาณ feedback จาก O₂ sensor เหมือนกับเครื่อง Gas Mixer เป็นหลัก แต่ว่าประมวลผลร่วมกับตัวแปรจาก Sensor ต่างๆมากกว่าในเครื่อง Gas Mixer เพื่อการฉีดก๊าซที่แม่นยำ และส่วนผสมที่เหมาะสมกับภาระของเครื่องรวมทั้งควบคุมไอเสียด้วย

สำหรับเครื่องยนต์ 6HF1 เป็นเครื่องยนต์ที่มีภาระสูงได้มีการเพิ่มระบบการฉีดเชื้อเพลิงช่วย (Sub Fuel) ซึ่งฉีดก๊าซเข้าที่ท่อทางร่วมไอดี ควบคุมการฉีดด้วยกล่อง ECU

มีระบบปรับส่วนผสมอัตโนมัติ(Self learning) ซึ่งจะปรับค่าส่วนผสมให้เหมาะสมกับค่าความร้อนของก๊าซ (Carotific Value)

Co-organized by:

Calorific Value



Co-organized by:

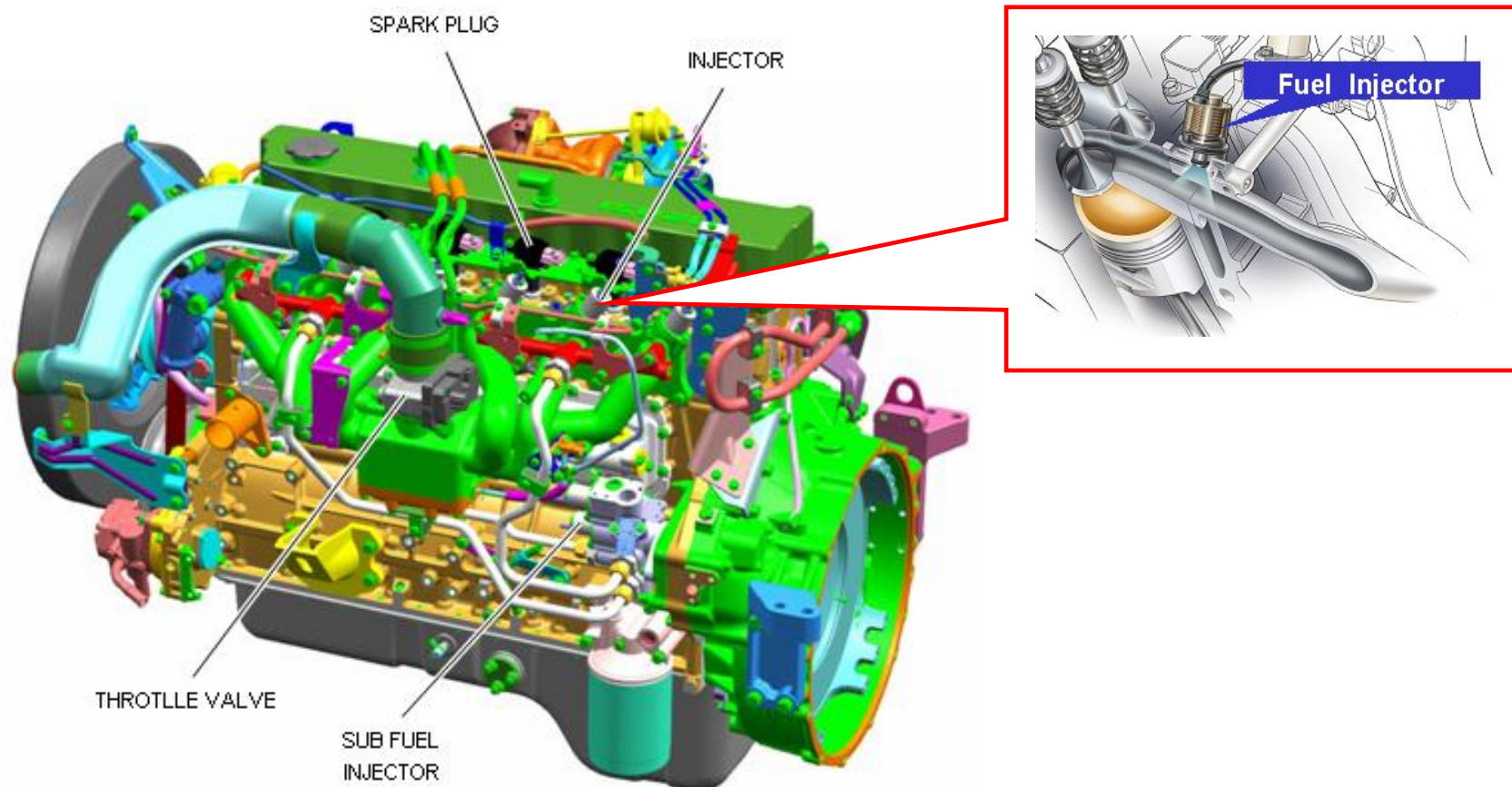
AUTOMOTIVE SUMMIT 2013

"Moving Towards Global Green Automotive Industry"

20 - 21 June 2013

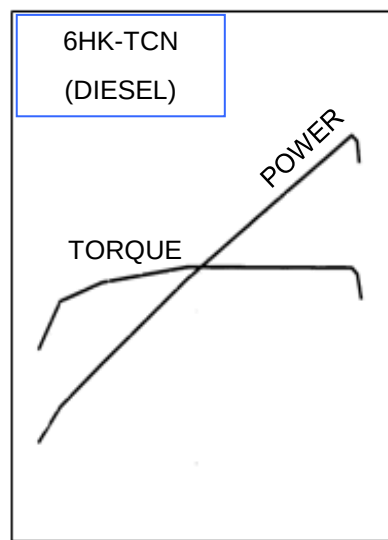
• BITEC
Bangkok • Thailand

ISUZU

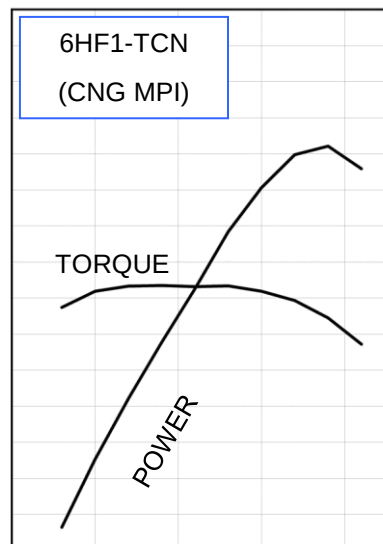


Co-organized by:

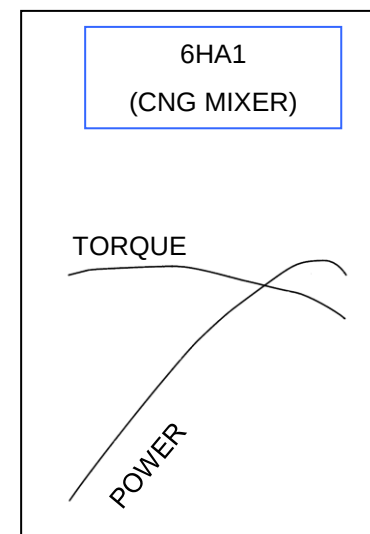
PERFORMANCE COMPARE



ENGINE SPEED (rpm)



ENGINE SPEED (rpm)



ENGINE SPEED (rpm)

	6HK1-TCN (DIESEL)	6HF1-TCN (CNG MPI)	6HA1 (CNG MIXER)
Turbo	WITH	WITH	WITH OUT
Compression Ratio	17.5	11.3	12.0
Max. Power KW (PS) / rpm	177 (240) / 2400	162 (220) / 2400	140 (190) / 2800
Max. Torque N.m (Kg.m) / rpm	706 (72) / 1450	735 (75) / 1400	608 (62) /1400

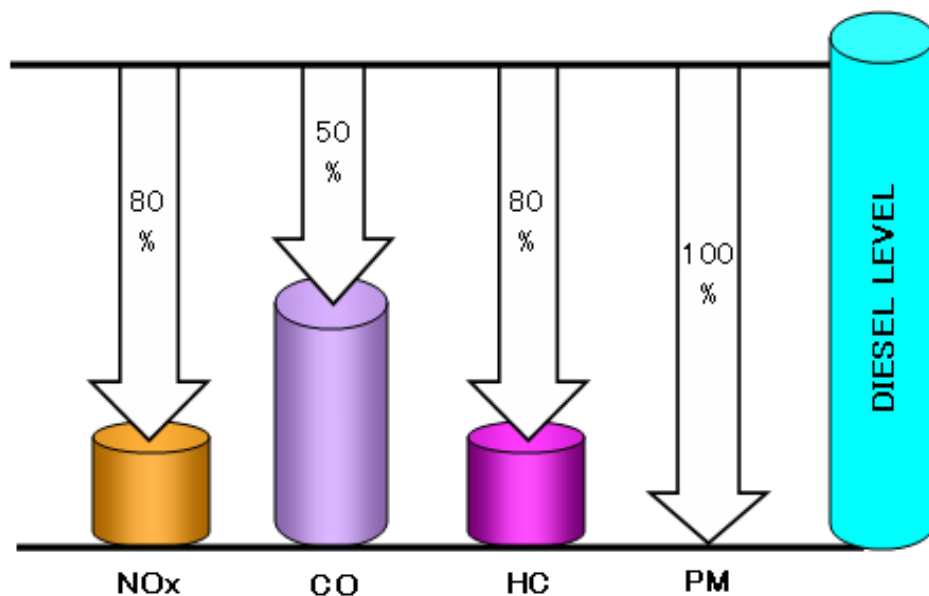
Co-organized by:

เปรียบเทียบเครื่องยนต์ Gas Mixer กับ MPI

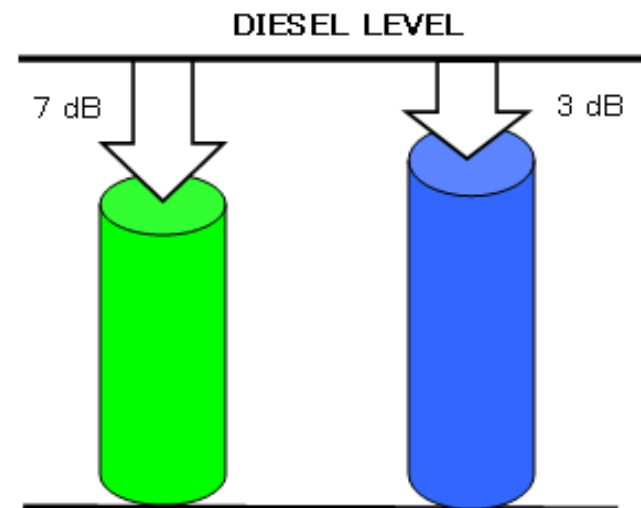
SYSTEM \	FUEL CONSUMPTION	EMISSION LEVEL	CORRESPOND TO CHANGE OF GAS CALORIE	POWER	Maintenance Cost
MPI Multi Point Injection	◎ VERY GOOD	◎ VERY GOOD (Euro-3 to 4)	◎ VERY GOOD	○ GOOD	○ GOOD
VENTURI (Gas Mixer)	○ GOOD	△ POOR (FOR EURO3)	△ POOR	△ POOR	△ POOR

Co-organized by:

ความแตกต่างด้านมลภาวะระหว่างเครื่องยนต์ CNG และ DIESEL



ไอเสีย



เสียงรบกวนภายใน
ในห้องโดยสาร
(ความเร็ว 40 Km/hr)

เสียงภายนอก
(รอบเดินเบา)

เสียง

-ข้อมูลเปรียบเทียบจากรถบั๊สของ ISUZU ในประเทศญี่ปุ่น

-เครื่องยนต์ CNG มีการติดตั้ง 3 WAY CATALYTIC CONVERTER

Co-organized by:

เครื่องยนต์ Gas CNG ของอีซูซุในประเทศไทย

อีซูซุได้นำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเข้ามาทดสอบในประเทศไทยอย่างเป็นทางการครั้งแรกในปี พ.ศ 2550 โดยในครั้งนั้นได้นำเครื่องยนต์ 6HF1 250 PS ซึ่งเป็นระบบ Multi Point Injection ทำรถต้นแบบซึ่งเป็นรถ ขสมก.แล้ววิ่งทดสอบในสภาพการใช้งานจริง วัตถุประสงค์หลักในการทดสอบ

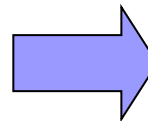
- ทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องยนต์
- ทดสอบด้านความร้อนจากเครื่องยนต์ที่มีอาจก่อความเสียหายชิ้นส่วนที่อยู่บนเครื่องยนต์
- ทดสอบด้านการระบายความร้อนของเครื่องยนต์
- ปรับแต่งค่าตัวแปรในกล่อง ECU เพื่อให้เหมาะสมกับก๊าซในประเทศไทย
- วิเคราะห์ความสึกหรอของเครื่องยนต์จากการใช้น้ำมันหล่อลื่นในประเทศไทย

Co-organized by:

- วิเคราะห์สารเจือปนในก๊าซที่มีผลกระทบต่ออุปกรณ์ก๊าซ
- อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง



ต้นแบบที่ประเทศญี่ปุ่น



ต่อตัวถังที่ประเทศไทย

Co-organized by:

สภาพการทดสอบ

		Route 522	Route 129
Overall running distance	km	51,352	43,153
Percentage	%	54	46
1 round trip running distance	km/trip	78	68
Ordinary road	km	55	38
Express way	km	23(8%)	30(11%)
Running distance per day	km/day	280	272
Max. round trip per day	Round trip	4	4
Average speed	km/h	30	32
Max speed	km/h	110	105
Passenger	person	80	70
GVW	ton	17.7	17.2

ระยะเวลาการทดสอบประมาณ 1 ปี

Co-organized by:

ผลการทดสอบทั่วไป

■ สมรรถนะทั่วไป จากการสัมภาษณ์พนักงานขับรถ

1. Startability

Very good level

2. Accerelation

Good level

3. Startability on slope

Good level

■ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยเฉลี่ย

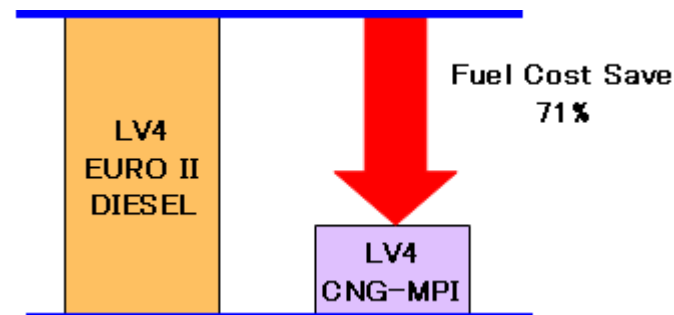
1.58

km/kg

5.38

baht/km

ณ ขณะนั้น GAS ราคา 8.50 baht/Kg



Co-organized by:

- ระยะทางสูงสุดต่อการเติมน้ำมัน 1 ครั้ง
240 Km (ความจุทั้งหมดของถังน้ำมัน 920 L)

ผลทดสอบในภาพรวมเป็นที่น่าพอใจทั้งในเรื่องกำลังของเครื่องยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงจากการทดสอบในครั้งนั้นได้ต่อยอดให้เกิดการผลิตเป็นรถบรรทุกที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเชื้อเพลิงและได้เริ่มออกขายในปี พ.ศ. 2551

Co-organized by:

ระบบเชื้อเพลิง

อุปกรณ์หลักก็จะมี หัวเติมก๊าซ (Receptacle) , ถังเก็บก๊าซ (CNG Tank) , วาล์วหัวถัง (Manual Cylinder Valve) , อุปกรณ์ปรับลดความดัน (Pressure Regulator) และวาล์วต่างซึ่งจะถูกเชื่อมต่อด้วยท่อนำก๊าซ

ก๊าซจะถูกเติมผ่านหัวเติมเข้าไปเก็บไว้ในถังเก็บก๊าซที่ความดัน 20 MPa หลังจากนั้นจะถูกลดแรงดันที่อุปกรณ์ปรับลดแรงดันก่อนเข้าเครื่อง

กรณีที่เกิดความเสียหายของระบบท่อนำก๊าซก่อให้เกิดการรั่วของก๊าซอย่างรวดเร็ว ภายในวาล์วหัวถังจะมีระบบกลไกที่ล๊อคตัวเองอัตโนมัติหรือที่เรียกว่า Excess Flow Valve ป้องกันไม่ให้ก๊าซภายในถังรั่วไหลออกข้างนอก

เมื่อเกิดกรณีไฟไหม้ อุณหภูมิของก๊าซเกิน 110 °C Fuse ระเบิดจะทำงานและระบายก๊าซออกสู่ภายนอกป้องกันการระเบิดของถัง

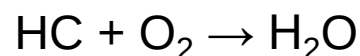
Co-organized by:

3 WAY CATALYTIC CONVERTER

อีซูซุได้ติดตั้ง 3 WAY CATALYTIC CONVERTER ซึ่งบรรจุอยู่ภายในหม้อพักไอเสีย (Silencer) กับรถ CNG ทุกรุ่นที่ออกจากโรงงานเพื่อควบคุมมลพิษ

3 WAY CATALYTIC จะมีลักษณะเป็นรังผึ้งซึ่งภายในจะถูกเคลือบด้วยสาร Platinum (Pt) , Palladium (Pd) และ Rhodium (Rh) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับไอเสียที่ผ่านเข้ามาโดย

1. ทำปฏิกิริยา Oxidation : $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$



2. ทำปฏิกิริยา Reduction : $\text{NO}_x - \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2$

Co-organized by:

AUTOMOTIVE SUMMIT 2013

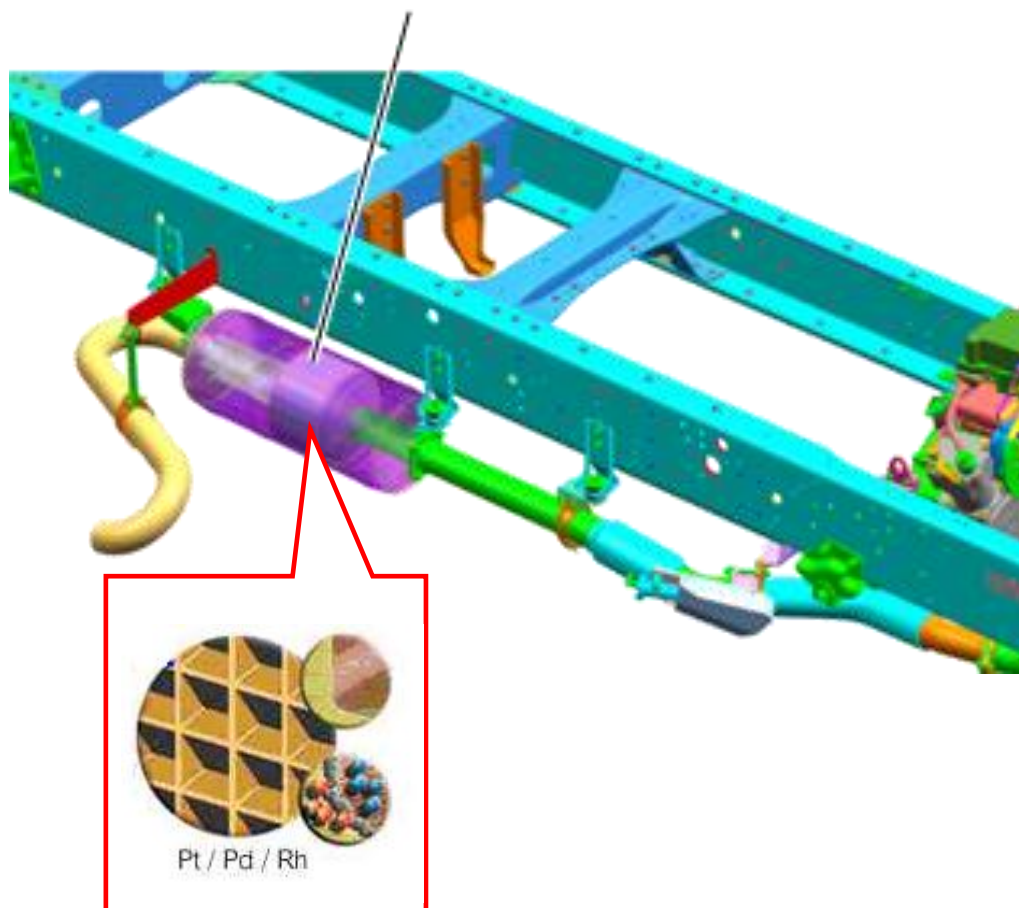
"Moving Towards Global Green Automotive Industry"

20 - 21 June 2013

• BITEC
Bangkok • Thailand

ISUZU

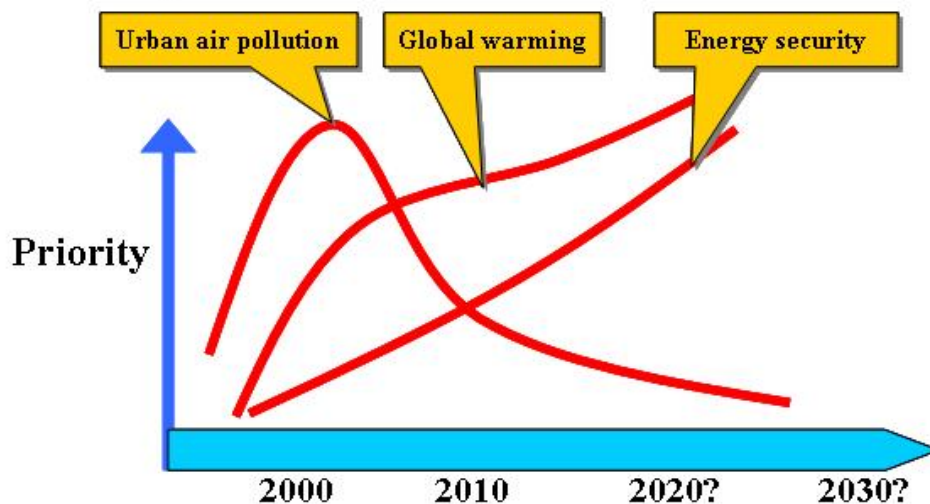
3 Way Catalytic Converter



Co-organized by:

แนวทางพัฒนาด้านCNGของอีซูซุในอนาคต

Image of action priorities



Energy
problems



Urban
environment

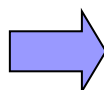


Global
environment



CO2 Emission Comparison

	CO2 Emission
Diesel	1
CNG	0.87



Further improvement of CNG vehicles is to be achieved with focus on good exhaust emissions performance, including CO2 (carbon dioxide) emission, and future energy supply.

Co-organized by:

Product Outline of Isuzu's CNG Vehicles

Co-organized by:

AUTOMOTIVE SUMMIT 2013

“Moving Towards Global Green Automotive Industry”

20 - 21 June 2013

• BITEC
Bangkok • Thailand

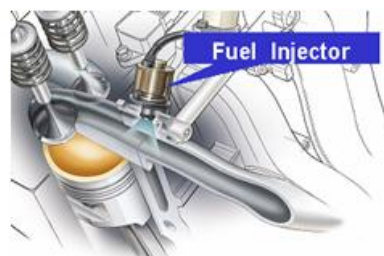
ISUZU

Isuzu Motors has deployed NGV as shown below.
Isuzu's NGV sales share is more than 70% in Japan.

Light Duty Trucks N*R



4HV1
96kW (130PS)/3200rpm (Net)
353N·m (36kg·m)/1400rpm (Net)



Busses LT/LV



6HF1-TCS
180kW (245PS)/2200rpm (Net)
883N·m (90kg·m)/1400rpm (Net)

Medium Duty Trucks F*R



6HF1-TCN
162kW (220PS)/2400rpm (Net)
735N·m (75kg·m)/1400rpm (Net)



Co-organized by:

ISUZU ELF- CNG in Japan



Fuel Tank : 300L
(Cargo Truck)

Frameside 150L x 2 (Type1)

Fuel Tank : 186L
(Garbage Truck)

Frameside 93L x 2 (Type1)



(4)三元触媒



排気ブレーキ



(1)減圧弁



(2)CNGポンプユニット



(3)充填口インターロック



CNG圧力計

ISUZU FORWARD CNG in Japan

MD Truck F series (GVM:8000kg-14500kg)

「FORWARD-CNG」



Fuel Tank : 300L

Frameside 150L x 2 (Type3)



CNG TANK



CNG Receptacle



Three-Way Catalyst

ISUZU NGV BUS Series in Japan

HD Bus LV series (Seat 32+42)

「ERGA-CNG」



LDG-LV234L3改 カタログ用特別仕様車



Fuel Tank : 750L

Rooftop 150L x 5 (Type 3)

MD Bus LR series (Seat 28+30)

「ERGA mio-CNG」



Fuel Tank : 450L

Rooftop 150L x 3 (Type3)

N Series CNG & F Series CNG in Australia

LD Truck N series (GVM: 4500kg-7000kg)
NLR200/NPR300 -CNG



**Fuel Tank : 300L
(N-Series)**

Frameside 150L x 2 (Type1)

MD Truck F series (GVM:12000kg-14000kg)
FSR700/FSR800 -CNG



**Fuel Tank : 300L
(F-Series)**

Frameside 150L x 2 (Type3)

ISUZU FTR – CNG in Thailand

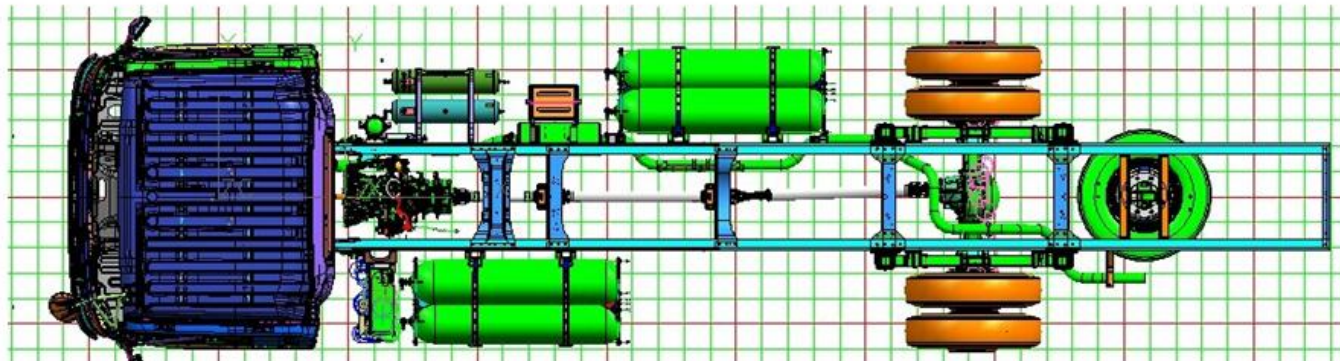
MD Truck F series (GVM:15000kg)

「FTR-CNG」



Fuel Tank : 560L
(FTR)

Frameside 140L x 4 (Type1)



ISUZU FVM – CNG in Thailand

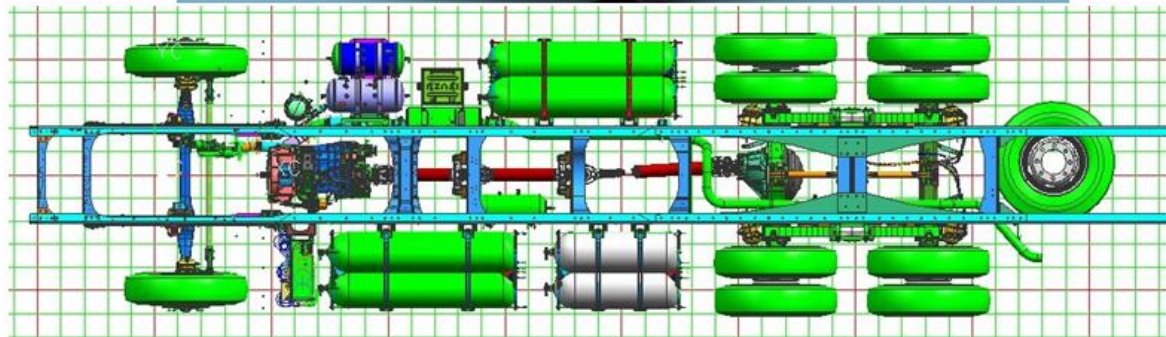
MD Truck F series (GVM:25000kg)

「FVM-CNG」



Fuel Tank : 740L
(FVM)

Frameside 140L x 4 +90L x2(Type1)



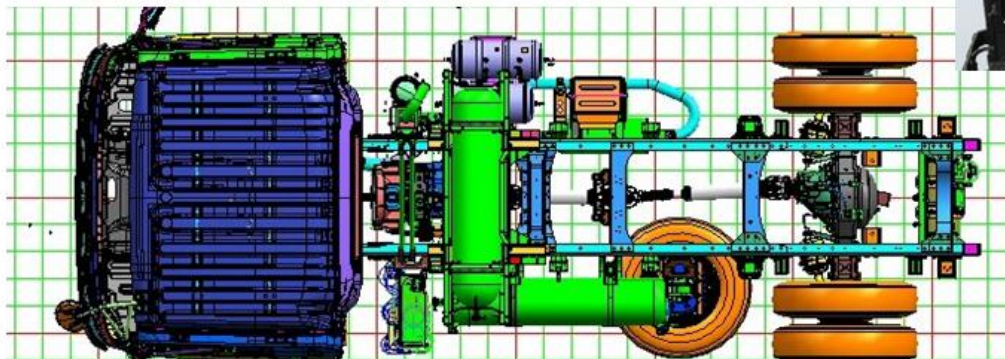
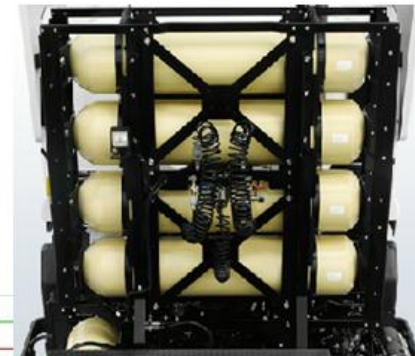
ISUZU GVR – CNG in Thailand

Tructer F series (GCM:35000kg)
「GVR-CNG」



Fuel Tank : 700L
(GVR)

Cabback 140 Lx 4 + Frameside 140L x 1 (Type1)



AUTOMOTIVE ***SUMMIT 2013***

“Moving Towards Global Green Automotive Industry”

Thank You

Co-organized by:



Reed Tradex